



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 195 37 787 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**F 02 D 41/14**  
F 02 D 45/00

②1 Aktenzeichen: 195 37 787.7  
②2 Anmeldetag: 11. 10. 95  
④3 Offenlegungstag: 17. 4. 97

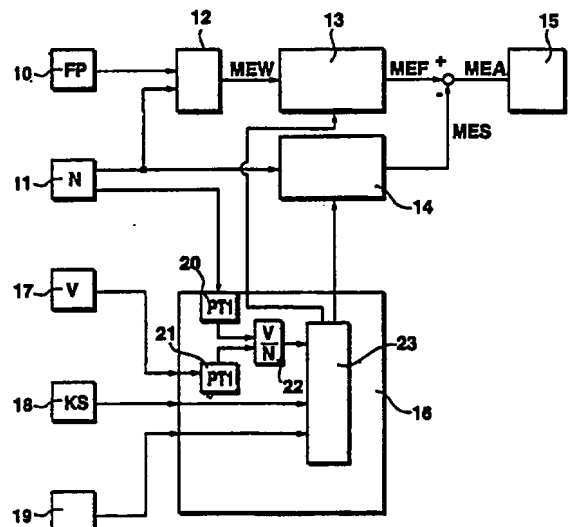
DE 195 37 787 A 1

⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Birk, Manfred, Dipl.-Ing., 71739 Oberriexingen, DE;  
Blester, Juergen, 71034 Böblingen, DE; Rupp, Peter,  
Dipl.-Ing., 71686 Remseck, DE; Eisath, Christoph,  
93158 Teublitz, DE; Fehrmann, Ruediger, Dr.-Ing. Dr.,  
71229 Leonberg, DE

⑥4 Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine

⑤7 Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine beschrieben, bei dem ein Führungsformer abhängig von wenigstens einem Fahrerwunschsignal einen ersten Wert vorgibt, und ein Störungsregler abhängig von wenigstens einem Drehzahlsignal einen zweiten Wert vorgibt. Ausgehend von dem ersten und dem zweiten Wert ist ein Signal zur Beaufschlagung eines Stellens vorgebar. Die Parametersätze, die das Übertragungsverhalten des Führungsformers und/oder des Störungsreglers bestimmen, sind abhängig von Betriebsparametern vorgebar.



DE 195 37 787 A 1

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche

Ein solches Verfahren und eine solche Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine ist aus der DE-OS 33 43 854 (US 4 656 986) bekannt. Dort wird die Fahrerwunschmenge mittels eines Führungsformers gefiltert. Der Führungsformer filtert die Führungsgröße (Sollwert) des Regelkreises. Anschließend wird diesem Signal eine von schnellen Drehzahländerungen abhängige Störgröße aufgeschaltet. Diese Anordnung liefert nicht in allen Betriebszuständen gute Ergebnisse.

Ein Kraftfahrzeug stellt aufgrund der elastischen Aufhängung von Motor und Fahrwerk ein schwingungsfähiges Gebilde dar, das bei Störeinflüssen zu mehr oder weniger gedämpften Schwingungen angeregt werden kann. Störeinflüsse sind beispielsweise ein Kraftstoffmengensprung bei der Kraftstoffzumessung in die Brennkraftmaschine oder ein von außen verursachter Momentensprung, beispielsweise durch ein Schlagloch in der Fahrbahn verursacht.

Die Schwingungen, die sich durch Drehzahländerungen oder Relativbewegungen zwischen Motor und Karosserie bemerkbar machen, liegen üblicherweise im Bereich zwischen 1 und 10 Hz und werden als Ruckeln bezeichnet.

## Aufgabe der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art, Schwingungen in allen Betriebszuständen weitestgehend zu kompensieren bzw. zu vermeiden. Diese Aufgabe wird durch die in den unabhängigen Ansprüchen gekennzeichneten Merkmale gelöst.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Vorgehensweise bietet den Vorteil, daß in allen Betriebszuständen Schwingungen weitestgehend kompensiert werden können.

Vorteilhafte und zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

## Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsform erläutert. Es zeigen Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau eines Kraftstoffzumeßsystems und Fig. 2 ein Flußdiagramm zur Verdeutlichung der erfindungsgemäßen Vorgehensweise.

Die Erfindung wird im folgenden am Beispiel einer selbstzündenden Brennkraftmaschine dargestellt. Die Erfindung ist nicht auf diese Anwendung beschränkt, sie kann auch bei anderen Brennkraftmaschinen verwendet werden. Bei fremdgezündeten Brennkraftmaschinen wird anstelle der Kraftstoffmenge die Drosselklappenposition entsprechend eingestellt.

In Fig. 1 ist der prinzipielle Aufbau eines Kraftstoffzumeßsystems einer Dieselmotorkraftmaschine dargestellt. Mit 10 ist ein Fahrpedalstellungsgeber und mit 11

ein Drehzahlgeber bezeichnet. Eine Sollwertsteuerung 12 ist mit dem Fahrpedalstellungsgeber 10 und dem Drehzahlgeber 11 verbunden. Das Ausgangssignal MEW der Sollwertsteuerung, die der Fahrerwunschmenge entspricht, gelangt zu einem Führungsformer 13. Das Drehzahlsignal N des Drehzahlgebers 11 gelangt zu einem Störgrößenregler 14. Das Ausgangssignal MEF des Führungsformers 13 und das Ausgangssignal MES des Störgrößenreglers 14 werden in einem Additionspunkt überlagert und bilden das Mengensignal MEA, das einer Stelleinrichtung 15 zugeleitet wird. Abhängig von diesem Signal MEA wird der nicht dargestellten Brennkraftmaschine eine entsprechende Menge Kraftstoff zugemessen.

Eine Parametersteuerung 16 beaufschlagt den Führungsformer 13 und den Störgrößenregler 14 mit Signalen. Die Parametersteuerung verarbeitet das Ausgangssignal N des Drehzahlgebers 11, das Signal V eines Geschwindigkeitsgebers 17, das Signal KS eines Kuppelungssensors 18 sowie die Signale weiterer Steuereinrichtungen 19.

Das Drehzahlsignal N und das Geschwindigkeitssignal V gelangen über ein Filter 20 bzw. ein Filtermittel 21 zu einer V/N-Berechnung 22. Die V/N-Berechnung 22 beaufschlagt wiederum eine Logik 23 mit einem Signal. Dieser Logik 23 werden auch die weiteren Signale, die die Parametersteuerung 16 verarbeitet, zugeleitet. Ausgehend von diesen Signalen stellt die Logik 23 die Ausgangssignale der Parametersteuerung 16 zur Verfügung.

Diese Einrichtung arbeitet nun wie folgt. Ausgehend von der Fahrpedalstellung und der Drehzahl N berechnet die Sollwertsteuerung eine Fahrerwunschmenge MEW, die erforderlich ist, um die vom Fahrer gewünschte Fahrleistung bereitzustellen. Bei Systemen ohne Ruckeldämpfung wird dieses Signal unmittelbar der Stelleinrichtung 15 zugeleitet. Die Stelleinrichtung 15 setzt dieses Signal in ein Ansteuersignal zur Beaufschlagung der entsprechenden Stellelemente der Kraftstoffpumpe um. So ist beispielsweise bei Reihenpumpen vorgesehen, daß ein Stellregelkreis die Regelstangenposition auf einen entsprechenden Wert einregelt. Bei zeitgesteuerten Systemen gibt die Stelleinrichtung 15 ein Ansteuersignal für ein mengenbestimmendes Magnetventil ab.

Um auftretende Ruckelschwingungen kompensieren zu können, ist vorgesehen, daß das Fahrerwunschsignal MEW mittels eines Führungsformers 13 gefiltert wird. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß dieser Führungsformer als sogenanntes Lead-lag 1. Ordnung (PDT1) ausgeführt ist. Ein solches Lead-lag-Glied besitzt die folgende Übertragungsfunktion G13 (s).

$$G13(s) = \frac{MEF(s)}{MEW(s)} = \frac{(1 + T_{ZF} * s)}{(1 + T_{NF} * s)}$$

Des weiteren wird das Drehzahlsignal N einem Störgrößenregler 14 zugeleitet, bei dem es sich vorzugsweise um ein D2T2-Glied oder ein anderes phasenkorrigierendes Übertragungsglied oder geeigneten Bandfilter handelt. Dieser als D2T2-Glied realisierte Störgrößenregler besitzt das in folgender Formel angegebene Übertragungsverhalten.



$$G14(s) = \frac{MES(s)}{N(s)} = \frac{KDS * s^2}{(1 + TDS * s)^2}$$

Der Störungsregler 14 und der Führungsformer 13 sind funktionell von einander unabhängig. Dies bedeutet, daß die Parameter TZF, TNF, TDS und KDS dieser beider Übertragungsglieder unabhängig von einander einstellbar sind.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß die Parametersteuerung abhängig vom erkannten Zustand der Brennkraftmaschine entsprechende Parametersätze vorgibt und den Führungsformer bzw. den Störungsregler mit den entsprechenden Parametern beaufschlagt.

Es ist vorgesehen, daß für jede Gangstufe jeweils ein Parametersatz der Parameter TZf und TNF für den Führungsformer und ein Parametersatz der Parameter TDS und KDS für den Störungsregler vorgebar ist. Des weiteren ist vorgesehen, daß bei dem Störungsregler jeweils unterschiedliche Parametersätze gewählt werden, wenn ein Leerlaufregler aktiv oder nicht aktiv ist. Ferner werden unterschiedliche Parametersätze für den Führungsformer und für den Störungsregler gewählt, wenn ein externer Mengeneingriff erfolgt. Ein weiterer Parametersatz ist für den Zustand ausgekuppelt vorgesehen.

Ein externer Mengeneingriff liegt beispielsweise vor, wenn eine nicht dargestellte Getriebesteuerung einen Mengenwunsch vorgibt. In diesen Fällen werden andere Parametersätze gewählt.

Der Zustand ausgekuppelt wird vorzugsweise mittels eines Kupplungsschalters 18 erkannt. Abhängig davon, ob ein Kraftschluß zwischen Motor und Getriebe vorliegt liefert der Kupplungsschalter 18 unterschiedliche Spannungswerte. Im Zustand ausgekuppelt, der Kraftschluß zwischen Motor und Getriebe ist unterbrochen, nimmt der Schalter eine erste Stellung ein und an seinem Ausgang liegt ein erster Spannungswert an. Im Zustand eingekuppelt, der Kraftschluß zwischen Motor und Getriebe ist hergestellt, nimmt der Schalter eine zweite Stellung ein und an seinem Ausgang liegt ein zweiter Spannungswert an.

Um den eingelegten Gang erkennen zu können, wird vorzugsweise das Drehzahl- und das Geschwindigkeitssignal ausgewertet. Hierzu werden die beiden Signale mit jeweils einem Filter 20 und 21, die vorzugsweise PT1-Verhalten aufweisen, gefiltert. Die V/N-Berechnung 22 berechnet dann das Verhältnis zwischen der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs und der Drehzahl der Brennkraftmaschine. Ist ein Gang eingelegt, so ergibt sich für V/N ein den eingelegten Gang charakterisierender Wert.

Der Zustand Leerlauf wird beispielsweise erkannt, wenn ein Leerlaufregler ein entsprechendes Signal bereitstellt. Der Zustand Leerlauf kann aber auch durch Auswertung anderer Signale erkannt werden.

Zur verbesserten Erkennung der verschiedenen Zustände, insbesondere des Zustands "Leerlauf", des Zustands "ausgekuppelt" und des Zustands "eingekuppelt" können weitere Größen herangezogen werden. Dies sind die Fahrgeschwindigkeit V, die Motordrehzahl N, die Kraftstoffmenge QK, sowie die zeitlichen Ableitungen, das heißt die Änderungen, der Größen.

Eine vereinfachte Ausführungsform ergibt sich, wenn für den Führungsformer lediglich zwischen dem Zustand eingekuppelt und dem Zustand ausgekuppelt unterschieden wird, wobei im eingekuppelten Zustand

zwei Parametersätze vorgebar sind. Insbesondere wird für den ersten Gang ein Parametersatz und für die weiteren Gänge ein weiterer Parametersatz gewählt.

5 Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung ergibt sich, wenn unterschiedliche Parametersätze beim Beschleunigen und beim Verzögern der Brennkraftmaschine gewählt werden. D. h., daß abhängig von dem Vorzeichen der Ableitung der Drehzahl und/oder eines leistungsbestimmenden Signals unterschiedliche Parametersätze ausgewählt werden.

10 In Fig. 2 wird die erfindungsgemäße Vorgehensweise anhand eines Flußdiagramms verdeutlicht. In einem ersten Schritt werden der Führungsformer und der Störungsregler zustandsabhängig initialisiert. Das heißt eine Initialisierung erfolgt nur dann, wenn bestimmte Zustände erkannt werden.

In einem Schritt 220 erfolgt die Erkennung, welcher Zustand vorliegt. Ausgehend von der Gangerkennung 20 V/N, einem Signal, das anzeigt, ob der Leerlaufregler aktiv ist, einem Signal KS, das anzeigt, ob die Kupplung betätigt oder nicht betätigt ist sowie gegebenenfalls weiteren Signalen und deren Ableitungen wird der Zustand der Brennkraftmaschine erkannt.

25 Der gewählte Gang wird ausgehend von der Fahrgeschwindigkeit V und der Drehzahl N der Brennkraftmaschine erkannt. Das Verhältnis V/N ist ein Maß für den eingelegten Gang.

Im anschließenden Schritt 230 werden die entsprechenden Parameter für den Führungsformer und den Störungsregler abhängig vom erkannten Zustand bestimmt.

Vorzugsweise ist vorgesehen, daß bei der Applikation die Parameter ermittelt und in einem Speicher abgelegt werden. Aus diesem Speicher können sie dann abhängig vom erkannten Zustand im Schritt 230 ausgelesen werden. Es kann zum einen vorgesehen sein, daß alle Typen einer Brennkraftmaschine die gleiche Parametersätze erhalten. Es ist aber auch denkbar, daß fahrzeugspezifische Parametersätze abgespeichert werden.

Die sich anschließende Abfrage 240 überprüft, ob ein Zustandsübergang vom Zustand "ausgekuppelt" KA zum Zustand "eingekuppelt" KE erfolgte. Ist dies nicht der Fall, so werden in Schritt 260 unmittelbar die neuen Parameter, die dem neuen Zustand zugeordnet sind, verwendet. Erkennt die Abfrage 240 dagegen, daß ein Zustandsübergang vom Zustand "ausgekuppelt" KA zum Zustand "eingekuppelt" KE erfolgte, so überprüft die Abfrage 250, ob sich das Vorzeichen des Ausgangssignal MES des Störungsreglers seit dem letzten Programmdurchlauf geändert hat. Ist dies nicht der Fall, so wird in Schritt 265 weiterhin der alte Parametersatz verwendet. Bei einer Zustandsänderung vom Zustand "ausgekuppelt" zum Zustand "eingekuppelt" werden nur dann die neuen Parametersätze verwendet, wenn sich gleichzeitig das Vorzeichen des Signals MES ändert.

Anschließend an die Schritte 260 bzw. 265 folgt ein erneuter Programmdurchlauf, der mit dem Schritt 220 beginnt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer Brennkraftmaschine, bei dem ein Führungsformer abhängig von wenigstens einem Fahrerwunschnsignal einen ersten Wert vorgibt, und ein Störungsregler abhängig von wenigstens einem Drehzahlssignal einen zweiten Wert vorgibt, wobei ausgehend von dem ersten und dem zweiten Wert ein Signal zur Beaufschla-



gung eines Stellers vorgebar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Parametersätze, die das Übertragungsverhalten des Führungsformers und/oder des Störungsreglers bestimmen, abhängig von Betriebsparametern vorgebar sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß unterschiedliche Parametersätze gewählt werden, wenn der Zustand ausgekuppelt und der Zustand eingekuppelt vorliegt.

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß abhängig von einer gewählten Gangstufe unterschiedliche Parametersätze vorgebar sind.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der gewählte Gang ausgehend von der Fahrgeschwindigkeit und der Drehzahl erkannt wird.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im eingekuppelten Zustand für den ersten Gang ein Parametersatz und für die weiteren Gänge ein weiterer Parametersatz gewählt wird.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Parametersatz gewählt wird, wenn ein Zustand Leerlauf vorliegt.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Parametersatz gewählt wird, wenn ein externer Mengeneingriff erfolgt.

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß beim Beschleunigen und beim Verzögern der Brennkraftmaschine unterschiedliche Parametersätze gewählt werden.

9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Zustandsänderung vom Zustand ausgekuppelt zum Zustand eingekuppelt werden nur dann die neuen Parametersätze verwendet, wenn sich das Vorzeichen des zweiten Werts ändert.

10. Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine, bei dem ein Führungsformer wenigstens abhängig von wenigstens einem Fahrerwunschsignal eine Führungsgröße vorgibt, und ein Störungsregler wenigstens abhängig von einem Drehzahlsignal eine Störungsgröße vorgibt, mit Mitteln die ausgehend von der Führungsgröße und der Störungsgröße ein Signal zur Beaufschlagung eines Stellers vorgeben, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, die die Parametersätze, die das Übertragungsverhalten des Führungsformers und/oder des Störungsreglers bestimmen, abhängig von Betriebsparametern vorgeben.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen



Fig.1

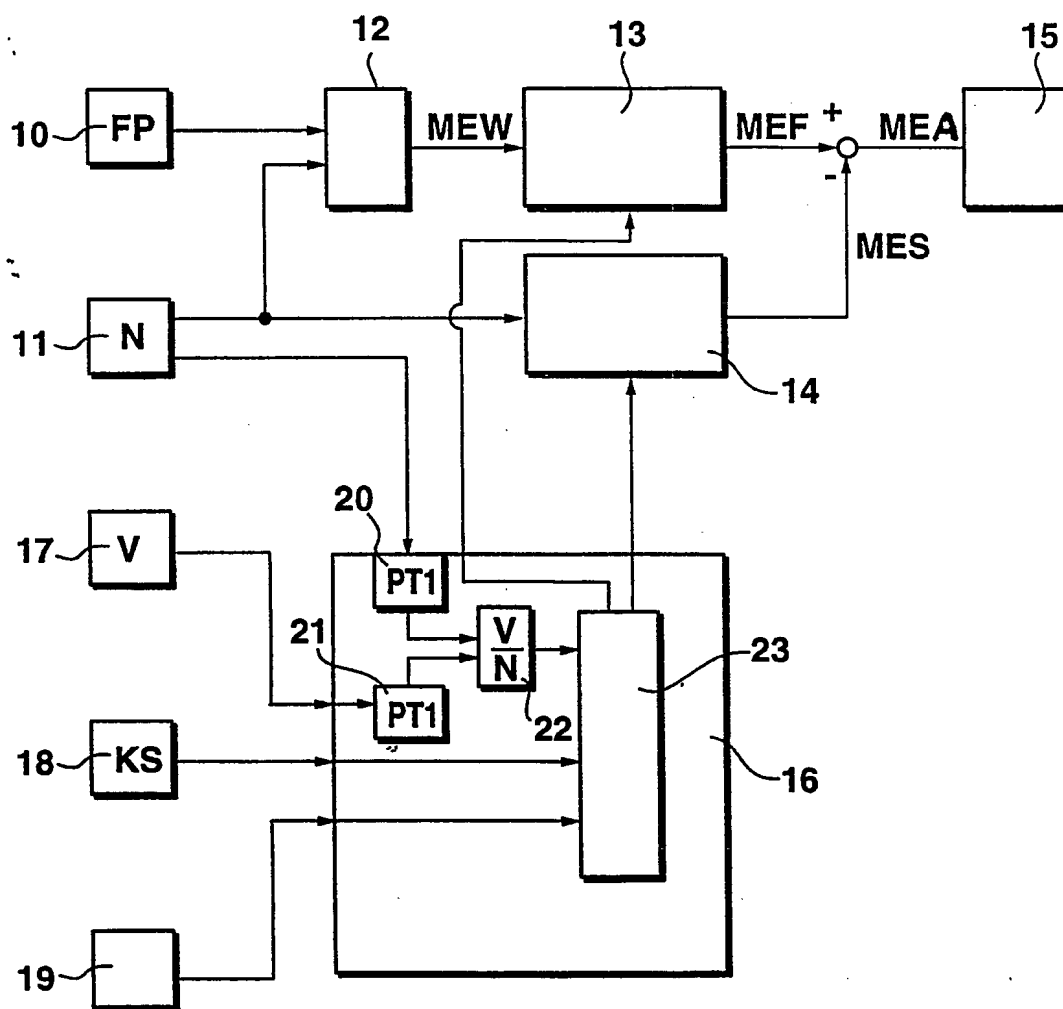


Fig.2

